

Uppfinningens område

Uppfinningen avser ett fartygsskrov, särskilt för olje- och kemikaliefartyg, passagerarfartyg och fiskefartyg, liksom sätt för tillverkning av ett sådant skrov.

5

Känd teknik

Dagens fartygsskrov för handelsfartyg är undantagslöst uppbyggda med enkla eller dubbla skrov av plåt på spant, vägare och longitudinaler, oavsett användningsområde. Internationella regler har i syfte att uppnå ökad säkerhet drivit utvecklingen mot dubbla skrov. Ett normalt avstånd mellan ytterskrov och innerskrov är upp till ca 3 m. Mellan skroven är anordnat ett fackverk.

Även om dubbla skrov visat sig medföra kraftigt förbättrad säkerhet vid lågenergigrundstötning så är lösningen långt ifrån optimal. Konstruktionen är väsentligt dyrare, avsaknaden av mottryck från vattnet vid innerskrovet skapar spänningsproblem och den betydligt mycket större totala plåtytan, som är ca 2,5 gånger större än för ett enkelskrov, medför ökade korrosionsproblem och ökade underhållskostnader. Vid mekanisk påkänning på ytterskrovet överförs sträckproblemen, som förorsakar sprickor i stålplåten, via fackverk mellan skroven till innerskrovet, varför också detta kan spricka med åtföljande läckage. Vidare föreligger explosionsrisk på grund av gasutveckling mellan ytter- och innerskrov när lågviskösa ämnen från oljelasten eller motsvarande trycks genom sprickor och svetsporer på grund av att mottryck saknas till skillnad från vid enkelskrov där vattnet ger mottryck från fartygets utsida. Detta utrymme måste därför hållas fyllt med inert gas, vilket innebär ökad kostnad och läckagerisk samt svårigheter att besiktiga fartyget mellan skroven.

Det föreligger sålunda ett stort behov av ett förbättrat fartygsskrov vid vilket risk för läckage av last vid grundstötning

och kollision är reducerad eller eliminerad.

- Det finns också ett stort behov av ett fartygsskrov med förbättrad flytförmåga alternativt som är osänkbart. Detta gäller
- 5 tankfartyg men särskilt också passagerarfartyg av uppenbara skäl.

- I EP-B1-473587 beskrivs ett sätt att åstadkomma ett förbättrat skrov, vid vilket skivor eller mattor av ett cellmaterial
- 10 pålimmas på ett aluminiumskrov, och på detta appliceras ett glasfiberskikt. Detta sätt ger en rad fördelar och möjligheter. Gamla rostskadade eller korroderade skrov kan på ett enkelt sätt renoveras. En värmeisolering uppnås som ger åtskilliga till-
- 15 verkningsfördelar inom yachtindustrin, bl.a. eftersom kondensproblemen försvinner. Dessutom uppnås en ljuddämpande effekt, som är dubbelriktad. Cellmaterialet har också en energiupptagan-
- de förmåga som skyddar metallskrovet och ger en lokal styvhetsökning.

20 Kort beskrivning av uppfinningen

Ett ändamål med föreliggande uppfinning är sålunda att tillhandahålla ett fartygsskrov med eliminerad eller åtminstone väsentligt reducerad risk för läckage vid grundstötning och kollision.

- 25 Ett annat ändamål med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla ett fartygsskrov med förbättrad flytkraft. Även i skadat tillstånd skall det flyta så att t ex en oljelast kan pumpas till annat fartyg eller passagerare kan evakueras från haven-
risten.

30

- Det har nu överraskande visat sig att dessa ändamål kan uppnås med fartygsskrovet enligt föreliggande uppfinning vars särdrag framgår av kravets 1 kännetecknande del.

Skrovet enligt föreliggande uppfinning skyddar mot läckage i flera steg. Cellmaterialet bildar en energiupptagande deformationszon, som väsentligt ökar skrovets lokala hållfasthet. Cellmaterialet ger en mycket kraftig lokal ökning av styvheten samtidigt som den globala styvheten också ökas i viss utsträckning.

Kombinationen av cellmaterialets (skummets) och det yttre skiktets egenskaper har en avgörande betydelse för det nya skrovsystemet. Uppfinningen ligger i att ytterskiktet och cellmaterialet utformas som en deformationszon så att det upptar tillräcklig last för att innerskrovet skall kollapsa före ytterskrovet. Skum med en hög flytgräns och progressiv hårdnandemodul i kombination med ett ytterskikt med hög draghållfasthet och hög tillåten spänning är föredragen. Företaget SSAB, Luleå, Sverige tillverkar och säljer ett höghållfast stål, benämnt Domex 500 som har det önskade egenskaperna för ytterskiktet.

När de mekaniska påkänningarna är så höga att det inre skrovet deformeras, sker en knäckning av strukturen innanför det inre skrovet. Först när deformationen i ytterskrovet passerar det höghållfasta stålets sträckgräns uppstår sprickbildning, varvid läckage ändå kan förhindras tack vare cellmaterialets tätande förmåga.

Enligt en vidareutveckling av uppfinningen anordnas ett skikt av ett högelastiskt material mellan det inre metallskrovet och det hårda ytskiktet av metall, antingen invid endera av dessa eller inom cellmaterialet. Detta högelastiska material kan också vara ett som bildas av ett lim som används vid cellmaterialets limning på det inre och/eller det yttre skrovet. Det är också tänkbart att använda både och, liksom att anordna flera membranskikt i form av elaster eller termoelaster inom cellmaterialet. Genom anordnande av ett membran tillsammans med cellmaterialet förhindras läckage också vid en mycket stor ihoptryckningsskada

genom att det högelastiska materialet kommer att släppa från cellmaterialet i skadeområdet och följa med i intryckningen och sedan fjädra ut igen och överbrygga sprickor och eventuella hål. Genom att dimensionera materialet på lämpligt sätt med avseende

5 på tryck och frekvens kan en optimering göras av uppbyggnaden för uppnående av önskade egenskaper. Materialet kan stå emot trycket från en last inne i fartyget och därigenom förhindra läckage på grund av sprickor. Vattentrycket i skadan kommer att samverka med trycket från lasten, när det gäller tankfartyg.

10 Också vid en explosionsskada inuti fartyget uppnås samma gynnsamma effekt. En tjocklek inom intervallet ca 2 - 10 mm kan förväntas ge fullt tillfredsställande effekt. Materialet kan vara gummi, såsom latex, elastomerer och polymerer, men även mjuka metallegeringar avsedda för djupdragning ger denna effekt
15 och bidrar samtidigt ytterligare till ökad energiupptagning, och/eller kan membranskiktet bildas vid en limning av cellmaterialet till något av det inre och det yttre skrovet genom att distanser används mellan materialen vid lim inpumpningen.

20 När cellmaterialet limmas till plåt är limmet företrädesvis ett lim som ger upphov till en dilatationsfog samtidigt som det är oljeresistent, t.ex. ett två-komponents polyuretanlim. Andra exempel på användbara lim är epoxiharts och fukthärdande enkomponents polyuretanlim, olika typer av prepegs.

25

Cellmaterialet skall huvudsakligen uppvisa slutna celler, och kan vara tillverkat av flera olika typer av material, och även blandningar av dessa, t.ex. polypropencellplast, polyetencellplast, PVC-cellplast, polystyren-cellplast, PET-cellplast.

30 Materialen kan beroende på ställda krav vara förnätade eller oförnätade. Ett föredraget material är ett partikelskum av polypropencellplast (EPP), eventuellt med en hårdplast som bindemedel eller endast sammansvetsat med värme.

PRV 03-10-20

I cellmaterialet kan vidare vara anordnade förstyrningar eller motsvarande förhöjd styvhet i en riktning i cellplastmaterialet.

5 Cellmaterialet skall företrädesvis också vara flamskyddat, och därvid kan i partiklarna och/eller i bindemedlet vara införda expanderande grafitpartiklar som i händelse av brand expanderar och bildar ett obrännbart skikt. Det är också möjligt att anordna grafit som skikt förenade med cellmaterialet, som då består av ett antal skikt. Cellmaterialets tjocklek och densitet
10 kan variera beroende på de aktuella betingelserna, och kan t ex ligga mellan ca 0,05 och 3 m respektive 60 - 400 kg/m³, normalt ca 100 - 150 kg/m³.

15 Cellmaterialets tjocklek och densitet är av betydelse för funktionen som deformationszon och den energiabsorption som eftersträvas, men också för flytkraften. Genom att avpassa skumtjocklek och skumdensitet till de aktuella förutsättningarna kan ett fartygs totalvikt helt kompenseras och fartyget bli osänkbart.

20 Det är även möjligt att vid limning av plåtarna använda ett prepeg-material som reagerar till härdning med värme som kan tillföras med ett inbakat elektriskt motståndsmaterial i form av etsad folie, aluminium-metallnät eller ett elektriskt ledande lim med lämpligt motstånd.

25

Med skrovkonstruktionen enligt uppfinningen följer automatiskt en rad väsentliga fördelar. Fartygets lastutrymmen blir termiskt isolerade och behovet av tillsatsvärme eller kyla reduceras avsevärt. I dagens tankfartyg är det inte tillräckligt att ta
30 värme från avgaspannorna för att hålla lasten vid den lägsta tillåtna temperaturen utan ytterligare värme måste tillföras. Det omvända gäller givetvis också. Exempelvis fiskefartyg transporterar istället kall last och med ett skrov enligt uppfinningen sjunker kylbehovet radikalt. Varmt kylvatten från

kärnkraftverk skulle kunna transporteras i isolerade fartyg till användare som komplement i fjärrvärmesystem.

Enligt en annan vidareutveckling av uppfinningen kan flera cellmaterials-kikt med olika densitet användas, varigenom en god värmeisolerande effekt kombineras med en god energiupptagande förmåga. Genom att t.ex. anordna ett yttersta cellmaterials-kikt med högre densitet än innanförliggande skikt kan energiupptagningsförmågan förbättras ytterligare.

10

Skrovplåtarnas tjocklek bestäms vid dimensioneringen av fartyget i enlighet med internationella klassningsregler. Användning av höghållfast stål ger en viktbesparing genom att man kan gå ned i tjocklek samtidigt som man ändå erhåller utomordentliga egenskaper som mycket hög dragbrotthållfasthet vid deformation på grund av grundstötning, kollision, explosion etc.

15

En rad fördelar uppnås med skrovet enligt uppfinningen jämfört med det idag enda kända alternativet d.v.s. dubbelskrov, såsom

20

- mycket god energiupptagningsförmåga,
- ökning av skrovets globala styvhet,
- stor ökning av lokal styvhet,
- mycket god isolering,

25

- högre lastkapacitet än ett konventionellt dubbelskrovs-system och högre flytkapacitet,

- lägre underhållskostnad än för ett konventionellt dubbelskrov,

- buckelmotståndet ökar tillsammans med den lokala styvheten,

- det är det vid tiden för denna ansökan det enda kända systemet som gör det möjligt att konvertera enkelskrovsfartyg.

30

Uppfinningen löser ett mycket stort problem på ett överraskande sätt. Trots de ytterst allvarliga följderna av såväl tankerhaverier som passagerarfartygshaverier har utvecklingen av fartygs-

skrov inte kommit längre än till dubbelskrov, som inte förbättrar situationen i nämnvärd grad. Att man genom att anbringa ett cellmaterial på fartygsskrov uppnår förbättrad flytförmåga kan tyckas självklart men det faktum att det går att konstruera ett skrov enligt uppfinningen, som dessutom förändrar fartygets uppträdande vid kollisioner så radikalt är desto mer överraskande.

Uppfinningen avser också sätt för framställning av ett fartygsskrov enligt föreliggande uppfinning, vars huvudsakliga särdrag framgår av det självständiga kravet 9. Vidareutvecklingar framgår av underkraven.

Principiellt innebär sättet enligt uppfinningen att ett cellmaterial skall förbindas med ett inre och ett yttre plåtskrov. Detta kan ske på flera olika sätt med de gemensamma särdragen att ett cellmaterial förbinds med ett inre skrov och med ett yttre skrov och varvid ett membran kan anordnas i eller i anslutning till cellmaterialet.

Enligt en föredragen utföringsform limmas cellmaterialet i form av block till det inre skrovet. Därvid kan det yttre skrovet limmas på cellmaterialet i ett efterföljande steg, eller kan det yttre skrovet först limmas på cellmaterialblocket som först därefter limmas på det inre skrovet.

25

Enligt en variant av sättet att tillverka skrovsystemet enligt uppfinningen förses sektioner av cellmaterialet, som på sin utsida uppvisar pålimmad höghållfast plåt, på insidan för med ett urfräst spår runt om ytterkanten, i vilket sedan en cellplastlist är intryckt. Detta underlättar när blocket med vakuum skall sugas fast mot skrovet under liminpumpningen mellan ytorna som skall limmas samman.

Membranet i form av ett höglastiskt material kan bilda ett skikt närmast endera eller båda skroven och/eller kan det anordnas mellan skikt av cellmaterial.

Det yttre skrovet kan svetsas samman med hjälp av reflekterande rotstöd, som är placerade i spår i cellmaterialet och kanalerna fylls efter svetsning genom injicering av limmassa.

- 5 Alternativt anordnas en urgröpning under själva skarvområdet för ytterskrovplåten. I denna urgröpning anordnas en sträng av mineralull, som har som uppgift att skydda underliggande material under svetsningen. Denna sträng kan lämnas kvar.
- 10 Med utgångspunkt från ett inre skrov uppbyggt på konventionellt sätt med spant, vägare och longitudinaler startas arbetet företrädesvis vid centrum av fartygets botten och fortsätter upp på sidorna. Arbetet börjas med blästring och primerbehandling av skrovet. Därpå appliceras lim tillsammans med cellmaterial,
- 15 varvid limmet med fördel läggs på cellmaterialet eller på båda ytorna. Cellmaterialet kommer i form av block. Under monteringen hålls cellmaterialet på plats med hjälp av en gummifolie som också användes som täck-ning när undertrycket appliceras. Under limmets härdning appliceras ett undertryck av ca 0,3 - 0,4
- 20 kg/cm², vilken åstadkommer ett tryck av 3 - 4 ton/m², vilket är tillräckligt för att uppnå ett gott resultat.

Alternativt kan skumblocken hållas på plats mot fartygsskrovet under limningen med hjälp av elektromagneter, varpå limmet

- 25 injiceras. Kontroll av limfogarna kan göras med ultraljud.

Enligt ytterligare en variant kan man gå tillväga enligt följande:

- 30 Höghållfast plåt 1- 3 mm placeras mellan cellplastblock stående ut från fartygssidan när monterat. Dessa förtillverkas så att plåten stansas med en stor andel öppningar, dvs, perforerad. En fixtur tillverkas med stöd från en sida och en tryckkolv från andra sidan, plåtarna värms i ugn till utprovad temperatur, och varvas med cellmaterialet som smälter på ytan av plåttemperatu-
- 35 ren, när fixturen är fylld trycker kolven samman paketet och det smälta ytcellmaterialet kommer att mötas genom perforeringen och sammansvetsas, olika typer av limningar mot dessa plåtar kan ersätta värmebehandlingen. Denna modell ökar deformationmotståndet

och skapar brandväggar i cellmaterialet. Lägre densitet på cellmaterial kan användas för att balansera plåtvikten.

5 Systemet enligt uppfinningen har genomgått omfattande tester och provningar. Limtester har tydligt visat att cellmaterialets ytskikt förblir opåverkat när stålplåten rör sig. Detta beror bland annat på att limmet inte är hårt efter härdning. Tack vare cellmaterialets tjocklek är elasticiteten i detta så stor att påverkan på limfogen inte är kritisk, och det är därvid inte
10 absolut nödvändigt att limfogen är elastisk eller viskoelastisk.

Alternativt anordnas flamskyddet genom att expanderande grafitpartiklar blandas in i plastmaterialet och/eller i bindemedlet.

15 Man kan också anordna ett flamskydd i form av ett skikt av expanderande grafitpartiklar invid det inre skrovet, dvs. i limmet.

Exempel

20 Ett PVC-skum med en densitet av 100 kg/m^3 kan belastas med 280 ton per m^2 innan deformation uppträder. Detta gäller utan ytskikt på cellmaterialets överyta.

Ett PVC-skum med en densitet av 200 kg/m^3 kan belastas med närmare 500 ton per m^2 innan deformation uppträder.
25

När deformation uppträder deformeras ett övre skikt och för att ytterligare deformera skummet måste tryckkraften mer än fördubblas. Detta faktum i kombination med ett hårt ytskikt på cellmaterialets yta som fördelar en tryckkraft över en större yta gör
30 att energiupptagningsförmågan för strukturen enligt uppfinningen är synnerligen hög.

Vid användning av polypropencellplast eller polyetencellplast
35 uppnås den ytterligare fördelen att cellmaterialet efter kompression i det närmaste återtar den ursprungliga tjockleken, dock i viss mån beroende på skadans art.

Ytterligare en fördel som uppnås med uppfinningen gäller problemet med beväxning och havstulpaner i saltvattenmiljö. I IMO's konvention gällande alla fartyg och oljeriggar har förbud beslutats mot miljöskadliga bottenfärger innehållande tenn och koppar, men något fungerande bra alternativ till dessa finns ej, utan man föreslår mekanisk rengöring.

Från och med januari 2003 får ingen målning med dessa material ske, från och med januari 2008 skall dessa färger vara borttagna eller övermålade med isolerande färg. När det gäller tankfartyg med last av varm olja är beväxning och havstulpaner ett större problem än vid andra fartyg. Dubbelskrov har stort avstånd mellan ytter- och innerskrov vilket gör att luften cirkulerar (på grund av konvektion) tillsammans med varm inertgas, vilket medför att ytterplåten hålls varm. Detta leder till att beväxningen gynnas. Med cellmaterialet enligt uppfinningen kommer ytterplåten att uppvisa samma temperatur som vattnet runt fartyget och detta kommer att spara stora pengar i underhåll och framdrift.

20

Slutligen skall också nämnas att korrosion är en kemisk process vars hastighet ökar med ökande temperatur. Genom att vid skrovsystemet enligt uppfinningen genom cellmaterials-kiktets isolerande egenskaper plåten på utsidan får en lägre temperatur, förlängs skrovets livslängd väsentligt, och det kan därvid handla om många år.

25

Uppskattning av globala egenskaper

Eftersom det ännu inte finns något fullskalefartyg på vilket uppfinningen testats har försiktiga beräkningar gjorts för att påvisa effekterna av det nya skrovsystemet jämfört med ett konventionellt enkelskrov.

30

Energidissipation

Energidissipation uppstår om materialet upprepade gånger utsätts

35

för belastningar som överskrider sträckgränsen för materialet ifråga. Gjorda beräkningar visar töjningar i skummet på grund av böjning av skrovbalken på grund av sagging eller hogging uppgår till ca 1/80 av sträckgränsen för cellmaterialet. Spänningar som uppstår p.g.a. vattentryck, statiskt och dynamiskt (slamming) uppgår till ca ¼ av draghållfastheten i cellmaterialet.

Skrovsystemet enligt uppfinningen visar sig alltså inte orsaka några problem när det gäller skrovets globala egenskaper.

10

Energiupptagning

Avgörande vid haverier för förhindrande av att skrovet spricker och läckage uppkommer är skrovets energiupptagning. Haverier kan delas in i olika kategorier eller scenarion, såsom

15

- grundstötning

- vass klippa,
- rund klippa,
- sluttande botten;

- frontalkollision,

20

- annat fartyg,
- bropelare,
- brygga eller plattform;

- sidokollision,

25

- olika storlekar på fartygen,
- olika lastningsförhållanden,
- bogkonfiguration.

Vid exempelvis grundstötning mot vass resp. rund klippa liksom vid frontalkollision och sidokollision kommer vid skrovsystemet enligt uppfinning grundstötningsföremålet av konstruktionen upplevas som kollision med ett mycket större föremål, eftersom den yttre plåten böjs in mot cellmaterialet, cellmaterialet ger ett kraftigt ökande motstånd allteftersom cellerna komprimeras varefter det inre skrovet också börjar ge efter när den inre

30

stödkonstruktionen viker sig. Konstruktionen kommer alltså att buckla sig och ge vika, i stället för som i enkel- och dubbelskrovskonstruktionerna, penetration uppträder i samtliga fall utom möjligen vid grundstötning vid sluttande botten.

5

Eftersom det inte finns något fullskalefartyg, såsom sagts ovan, har beräkningar utförts för simulering av kollisionsskada.

Beräkningarna har utförts med en tänkt metallkula med 2 m diameter, som pressas in i strukturen från skrovets utsida. För att få det inre fackverket att kollapsa i ett normalbyggt fartyg krävs 400 - 600 tons tryck mot sfären. Det skall noteras att detta också gäller dubbelskrovskonstruktionen. För att uppnå samma effekt med skrovskonstruktionen enligt uppfinningen med 90 cm cellmaterial och ytterskrov av Domex 500 MC 10 mm är motsvarande kraft ca 6000 ton, dvs. det krävs 10 gånger så stor kraft för att få det inre fackverket att kollapsa.

Kollisionsmotståndsjämförelse

Skrovsystemet enligt uppfinning kommer att vara betydligt säkrare än ett vanligt dubbelskrovsystem, eftersom det inte penetreras lika lätt. Såsom diskuterats ovan kommer innerskrovet i det nya skrovsystemet att kollapsa innan den yttre stålplåten penetreras. För att visa detta har simulerade kollisionanalyser utförts.

25

En klippa förenklades som en kon (1 m radie) med en rundad spets och dess träffar mot de olika skrovsystemen (halvstatiskt och vinkelrätt mot skrovet) analyserades. Utvärdering av de olika analyserna ledde till den förväntade kollisionsprocessen för de olika skrovsystemen, vilka visas schematiskt i diagram 1 och 2 nedan.

30

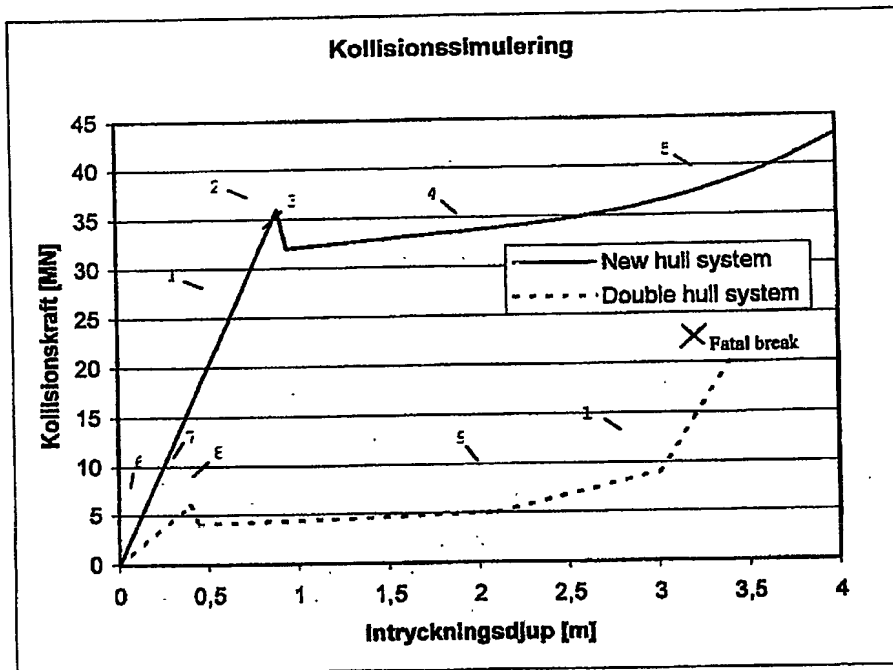


Diagram 1 Schematisk vy av ett kollisionförlopp för de två skrovsystemen. Diagrammet visar vilken last som erfordras för att pressa en kon genom de olika skrovsystemen.

5 Skrovsystem enligt uppfinningen: Såsom punkterna visar är skrovet enligt uppfinningen konstruerat så att det inre skrovet brister före det yttre skrovet.

1. Ytterskrovet är belastat. Det komprimerade skummet fördelar lasten till innerskrovet.

10 2. Stringers på innerskrovet kollapsar.

3. Innerskrovet kollapsar medan ytterskrovet böjer av.

4. Plåtspant börjar förstyva konstruktionen när raden för konkontakten ökar.

5. Kontinuerlig energiabsorption samtidigt som hela innerskrovet kollapsar. Det yttre skrovet är fortfarande intakt.

Dubbelskrovsystem:

6. Ytterskrovet är belastat.

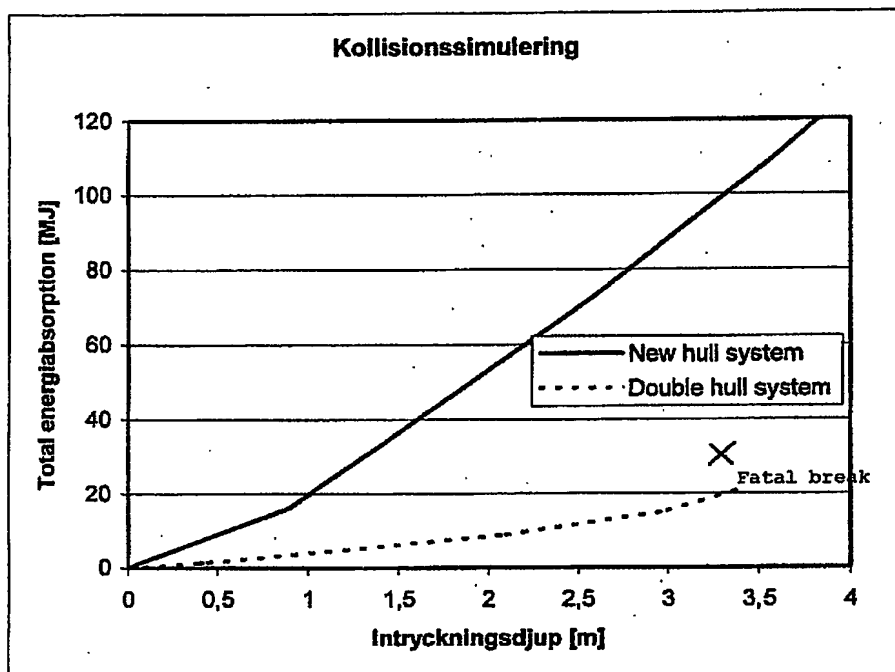
7. Stringers kollapsar och bryts sönder.

20 8. Ytterskrovet bryts sönder samtidigt som konen stöter emot skrovplåten.

9. Konen får den yttre skrovplåten att brista och når plåtspanten, vilket ökar skrovets styvhet.
10. Konen når innerskrovet. Innerskrovet belastas tills det brister och fatalt brott uppstår.

5

Ett viktigt mått på slaghållfasthet är den totala energiabsorptionen för slaget. Diagram 2 visar hur mycket energi som krävs för att pressa en kon genom olika skrov.



10

Diagram 2 Schematisk bild av en kollisionssimulering för de två skrovsystemen. Diagrammet visar hur mycket energi som krävs för att pressa en kon genom de olika skrovsystemen.

15

Patentkrav

1. Fartygsskrov, särskilt avsett för olje- och kemikaliefartyg, passagerarfartyg, och fiskefartyg, innefattande ett skrov av stål eller aluminium byggt på en stödstruktur av spant, vägar och longitudinaler, med förbättrad flytkraft och energiupptagningsförmåga, **kännetecknat av** att på skrovet är anbringat ett cellplastmaterial med till största delen slutna celler, och att på cellplastmaterialet är anbringat ett yttre skrov av höghållfast stål, varvid cellplastmaterialet har en tjocklek av 0,05 - 3,0 m anpassad till fartygets totalvikt för att ge flytförmåga och varvid det höghållfasta stålets tjocklek är 0,005-0,030 m.
2. Fartygsskrov enligt krav 1, **kännetecknat av** att cellplastmaterialet är pålimmat på utsidan av det inre skrovet.
3. Fartygsskrov enligt krav 1 eller 2, **kännetecknat av** att det yttre skrovet är pålimmat på cellplastmaterialet.
4. Fartygsskrov enligt krav 1 - 3, **kännetecknat av** att cellplastmaterialet är polypropen-cellplast, polyetencell-plast, PVC-cellplast, polystyren-cellplast, PET-cellplast, förnätade eller oförnätade, och företrädesvis partikelskum av polypropen-cellplast (EPP), eventuellt med en hårdplast som bindemedel eller endast sammansvetsat med värme, varvid i cellplastmaterialet kan vara anordnade förstyvningar eller motsvarande förhöjd styvhet i en riktning i cellplastmaterialet.
5. Fartygsskrov enligt krav 2 - 4, **kännetecknat av** att det använda limmet är ett lim som vid härdning bildar en dilatationsfog.
6. Fartygsskrov enligt krav 1 - 5, **kännetecknat av** att mellan skroven dessutom är anordnat minst ett högelastiskt, som membran

fungerande skikt.

7. Fartygsskrov enligt krav 6, **kännetecknat** av att det högelastiska materialet är ett gummi, en elastomer, en polymer eller en mjuk metallegering, såsom mjukt stål.

8. Fartygsskrov enligt krav 5, **kännetecknat** av att det högelastiska skiktet bildas av ett vid sammanlimning av skrov och cellmaterial använt lim.

10

9. Sätt för tillverkning av ett fartygsskrov enligt något eller några av kraven 1 - 8, **kännetecknat** av att på ett skrov av stål uppbyggt på en inre struktur av spant, vägare och longitudinaler anbringas ett skikt av cellmaterial huvudsakligen uppvisande slutna celler och att utanpå detta cellmaterial anbringas ett som yttre skrov fungerande skikt av höghållfast stål.

10. Sätt enligt krav 9, **kännetecknat** av att på det inre skrovet limmas block av cellmaterial med slutna celler, att på cellmaterialet limmas en stålplåt, och att de på cellblocken pålimmade stålplåtarna svetsas samman med varandra till bildning av ett yttre skrov.

- 25 11. Sätt enligt krav 9, **kännetecknat** av att block av cellmaterial med pålimmat skikt av höghållfast stål limmas på det inre skrovet.

Sammandrag

Fartygsskrov, särskilt avsett för olje- och kemikaliefartyg, passagerarfartyg, och fiskefartyg, innefattande ett skrov av

5 stål eller aluminium byggt på en stödstruktur av spant, vägare och longitudinaler med förbättrad flytkraft och energiupptagningsförmåga. På skrovet är anbringat ett cellplastmaterial med

7 till största delen slutna celler, och på detta är anbringat ett yttre skrov av höghållfast stål. Cellplastmaterialet har en

10 tjocklek av 0,05 - 3,0 m, som är avpassad till fartygets totalvikt för att ge flytförmåga och det höghållfasta stålets tjocklek är 0,005-0,030 m.

03-11-20